

УДК 678.051

В. И. Молчанов, канд. техн. наук, доц.;
О.В. Карманова, д-р. техн. наук, проф.;

Ю.В. Пятаков, канд. техн. наук, доц. (ВГУИТ, г. Воронеж)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ
РЕЖИМОВ ВУЛКАНИЗАЦИИ**

Современное представление о химической реакции как о динамической системе с нестационарным и нелинейным поведением позволяет разрабатывать специальные методы управления процессом вулканизации учитывающие неидеальность реакционной среды. Целью исследования является установление закономерностей изменения скорости структурирования шинных протекторных смесей в зависимости от хаотичного изменения температуры вулканизации и концентрации компонентов. Распределение содержания свободной серы в образце – ассиметричное и близкое к логарифмическому нормальному случайному распределению, вследствие плохого диспергирования компонентов. Отдельные стадии химической реакции вулканизации резко различаются по скорости. Моделирование вулканизации осуществлялось в пакете «физического моделирования» «MVStadium», изменение структуры уравнений в ходе моделирования возможно через коэффициенты в правых частях. Модель включала в себя таймер, задающий время моделирования; блоки интерполяции, меняющие значение температуры в заданные моменты времени в соответствии с программой; блок генератора импульсов; сумматор; блок решающий систему дифференциально-алгебраических уравнений.

Решение системы кинетических уравнений при пульсации температуры $\pm 3\text{K}$, что составляет 0,7% от максимальной величины (430K), монотонное и без явных пульсаций медленных стадий реакции, однако велики относительные колебания концентрации макро-радикалов участвующих в быстрых стадиях. Изменение концентрации макро-радикалов более чем на порядок выше, по сравнению с колебаниями температуры на входе компьютерной модели. Данное поведение неадиабатической, находящейся в тепловом равновесии с окружающей средой, модели соответствует промышленным режимам вулканизации. В случае адиабатических и «слабо открытых» систем экзотермические реакции приводят к тепловому взрыву, хорошо известному по такому явлению как «горение» эбонита. При определенных условиях, а именно локальных колебаниях концентрации вулканизирующих агентов, возможно резкое ускорение вулканизации в этих областях, вызванное как плохим отводом тепла, так и высокой концентрацией вулканизирующих веществ.

Таким образом, использование модели неизотермической вулканизации для реальных систем позволяет разработать более рациональный алгоритм управления вулканизацией массивных изделий.